SAPHYMO GmbH

www.saphymo.de

取扱説明書

MiniTRACE β

新機種 MiniTRACE β CSDF を含む

2011 年 6 月版

Saphymo GmbH
Heerstrasse 149,
D-60488 Frankfurt

Tel.: +49(0)69/97 65 14-0
URL: http://www.saphymo.de

MiniTRACE β のすべてのモデル（MiniTRACE S5 特別仕様を含む）は、気圧が極端に低い場合にはガイガー計数管が破損する可能性がありますので、ご注意ください。

航空機にご搭乗の際は、手荷物として機内にお持ちになることをお奨めします。それが難しい場合は、当社がご用意している Peli Box のような気密ケースに入れて保護する方法もあります。この警告を聞き入れていただけずに発生した損害については、Saphymo GmbH はいかなる責任も負いかねます。

MiniTRACE β のいずれのモデル（MiniTRACE S5 特別仕様を含む）も、落としたり、ガイガー・ミュラー（GM）計数管の薄膜がほかの物に当たったりすると計数管が破損するおそれがありますので、ご注意ください。保護スクリーンの中に物を差し込まないようにしてください。

MiniTRACE β 各モデル（MiniTRACE S5 特別仕様を含む）の GM 計数管の内部は圧力が非常に低く（1 バールの数十分の 1）なっておりますので、ご注意ください。GM 計数管が内破すると、最高 99 dBA の音圧が 1 秒以下の単位で発生します。用心のため、測定器は耳から離すようにしてください。ちなみに、ACGIH（米国産業衛生専門家会議）は、97 dBA が一定で続く場合については 30 分、100 dBA の場合は 15 分間までであれば許容されるとしています。それを超える場合には聴覚保護が必要とされています。

オプションでご用意しているラバー製保護ケースの場合、足状突起があるため、計数管と測定表面の間の距離は 2 mm ほど広がることにご注意ください。

校正係数および技術データはこのラバー製保護ケースを使用しない状態にのみ有効です。

0 目次

0 目次 2
1 はじめに 4
2 各部の説明 5
2.1 ディスプレイ 5
2.2 アラーム 6
2.2.1 MiniTRACE β B30、C10 および S5 型 6
2.2.2 MiniTRACE β CSDF 多機能サーベイメータ 6
2.3 MiniTRACE β B30、C10 および S5 型 7
2.3.1 MiniTRACE β B30、C10（標準仕様）および S5 型 8
2.3.2 MiniTRACE β C10 型カウントアップ機能付き 9
2.4 MiniTRACE β CSDF 多機能サーベイメータ 10
2.5 測定 12
2.5.1 MiniTRACE β B30 および C10 型による表面汚染測定 12
2.5.2 MiniTRACE β CSDF 型による測定 13
2.6 拭き取り試験および食品検査のための付属品 17
2.7 測定器の構造 18
2.8 ラバー製保護ケース 18
3 Co-60 および Cs-137 による標準校正 19
4 保守およびお手入れ 19
4.1 電池の交換 19
4.2 MiniTRACE β のクリーニング（除染） 20
4.2.1 グリッドの取り外し 20
4.2.2 ケースのクリーニング 21
4.3 技術仕様および機能 21
4.3.1 MiniTRACE B30、C10 および S5 型 21
4.3.2 MiniTRACE CSDF 型 23
4.3.3 校正係数および効率 24
5 MiniTRACE ユーザーソフトウェア 24
6 付録 25
6.1 C0-60 放射体についての DKD 認証 25

図

図 1：Bq と cps による表示 5
図 2：MiniTRACE β のディスプレイ－アラームが ON のとき 6
図 3：MiniTRACE β（B30 型） 7
図 4：ボタンの使い方（C10 標準仕様および S5） 8
図 5：MiniTRACE β B30 型のディスプレイ 8
図 6：MiniTRACE β C10 型のディスプレイ 8
図 7：MiniTRACE β S5 型のディスプレイ 9
図 8：ボタンの使い方（C10 カウントアップ仕様） 9
図 9：MiniTRACE β C10 型カウントアップ付き仕様のディスプレイ 10
図 10：ボタンの使い方（C10 カウントアップ仕様） 11
図 11：計数管検出窓の保護プレート 12
図 12：拭き取り試験用測定治具 14
図 13：拭き取り試験の測定 14
図 14：食品検査のフローチャート 15
図 15："Food"メニューの検定測定の表示 16
図 16："Food"メニューの検定測定における結果表示 16
図 17："Food"メニュー時の表示 16
図 18："Food"メニューの結果表示 17
図 19：拭き取り試験のための付属品 17
図 20：側面 18
図 21：前面 18
図 22：ラバー製保護ケース 19
図 23：電池の交換 20
図 24：グリッドの取り外し（その 1） 20
図 25：グリッドの取り外し（その 2） 21
図 26：Cs-137 に対するパンケーキ型ガイガー＝ミュラー管のエネルギー応答 22
図 27：MiniTRACE β CSDF のエネルギー応答（Cs-137 に対して） 23

表

表 1：液晶ディスプレイの 5 桁の英数字部分に表示される状態レポート 5
表 2：液晶ディスプレイの 5 桁の英数字部分に表示されるアラームレポート 6
表 3：ボタンの使い方（B30 および C10 標準仕様、S5） 8
表 4：ボタンの使い方（C10 カウントアップ仕様） 9
表 5：測定の概要 13
表 6：技術データ（B30 および C10） 21
表 7：技術データ（カウントアップ仕様 S5） 22
表 8：MiniTRACE CSDF 技術データ 23
表 9：各種放射性核種に関する MiniTRACE β の 4 π 効率[Bq] 24
表 10：ISO 7053-1 による MiniTRACE β の校正係数および効率 [Bq/cm^2] 24

1 はじめに

このたびは、MiniTRACE β 汚染サーベイメータをお買い求めいただき、ありがとうございます。製品の機能について正しくご理解いただくため、この取扱説明書を一通りお読みいただきますよう、ご案内申し上げます。

MiniTRACE β は、原子力プラント、再処理施設、研究センター、医療機関における利用のほか、軍、警察、消防などの職務に従事される皆さまによる利用に特に適しています。

MiniTRACE β は、取り扱いが容易で、汚染を簡便かつ迅速に特定（Bq、Bq/cm^2 または cps で表示）するための理想的な測定器です。また、MiniTRACE β CSDF 型は多機能サーベイメータとして使用することができます。CSDF 型はエネルギーフィルタを備えているため、線量率を測定することができます（μSv/h で表示）。食品検査や拭き取り試験用としても適しています。操作法については、2.8 項をお読みください。

MiniTRACE β B30 に表示される放射能レベルは Co-60 換算の数値です。新機種 MiniTRACE CSDF では、さまざまな放射性核種の校正係数を選ぶことができます（表 9 参照）。

オプションのソフトウェアを利用すれば、アラーム閾値を自分で設定して、線量率の音声付き指示機能を働かせることもできます。C10 カウントアップ仕様の計数率の間隔もソフトウェアを通してのみ設定可能です（ソフトウェアの別マニュアル参照）。新モデルの MiniTRACE β CSDF では、様々な測定サイクルを測定器で直接選択できます。

MiniTRACE β は IEC 60325 の要件を満たしています。

2 各部の説明

2.1 ディスプレイ

ディスプレイは液晶による 6 桁の数字表示と 5 桁の英数字表示によって構成されています。B30 モデルは放射能レベルを Bq（Co-60 換算）で表示します。C10 モデルでは、“cps”（カウント／秒）、およびカウントアップモードで“impulses”（パルス数）の単位が表示されます。CSDF モデルでは、“cps”、“Bq”、“Bq/cm^2”、“μSv/h”および“impulses”の単位が表示されます。

備考： S5 特別仕様では“μSv/h”が表示されますが、この計数管にはエネルギー補償機能がないため、表示される線量率の精度が保証されるのは Cs-137 の場合のみとなります。
CSDF 仕様では“μSv/h”が表示されます。この計数管はエネルギー補償機能付きで、正確な線量率が表示されます。

MiniTRACE β のディスプレイには以下の状態レポートを表示できます。

図 1：Bq と cps による表示

表示	音声アラーム	備考
Bq、Bq/cm^2、cps または μSv/h の単位	-	測定単位
CAPT	あり	検出エラー： 検出器に問題があるときは、“CAPT”のメッセージが表示されます。検出器が 90 秒間にわたってパルスを発信できないとき、警報がトリガされます。
SAT	あり	飽和： 測定領域が飽和すると、“SAT”のメッセージが表示されます（30 kBq 超、10000 cps 超または 5000 μSv/h 超のとき）。このメッセージは、測定領域が飽和状態でなくなるまで表示されたままです。
	なし	電池残量警告： 電池マークが表示されたら、そろそろ電池の交換時期です。電池マークが表示されてから 10 時間は測定器の動作が可能です。
E < %	なし	平均値モードにおける 3σ 誤差： 平均値はユーザーが定義した時間について決定されます。σ 誤差は赤外線通信によって調整することができます。このモードは B30 には用意されません。
XXXXX sec	あり	カウントアップモード（C10 カウントアップ仕様と CSDF のみ） 測定器がカウントアップモードであることを示します。このモードに切り替わると、パルスが加算される測定サイクル（たとえば、00300 秒）の時間が短く表示されます。その後、測定器は自動的にカウントを開始し、表示時間が進んでいきます。この測定サイクルの時間は、ソフトウェア（C10）またはモード切替ボタン（CSDF）を使ってユーザーが定義することができます。測定が終了すると、測定器のビープ音が鳴ります。

表 1：液晶ディスプレイの 5 桁の英数字部分に表示される状態レポート

2.2 アラーム

アラーム設定はモデルによって異なります。

2.2.1 MiniTRACE β B30、C10 および S5 型

MiniTRACE β の B30 型、C10 型および S5 型では、放射能レベル／パルスに関する 4 つのアラーム閾値が測定器にプログラムされ、有効となっています。必要に応じてそれ以外のアラーム閾値を設定することができます。関連するソフトウェアを使用すれば、警報閾値は赤外線通信手段を用いてユーザーが変更することができます。閾値を超過すると、音声アラームがトリガされます。さらに、ディスプレイにもその表示が出ます。各々のアラーム閾値またはそのすべての表示（音声および視覚）は無効にすることができます。

表示	音声アラーム	B30	C10	S5
ALA1	あり	標準アラーム閾値：800 Bq 音声周波数：4100 Hz、> 80 dBA	標準アラーム閾値：未設定 音声周波数：4100 Hz、> 80 dBA	標準アラーム閾値：未設定 音声周波数：4100 Hz、> 80 dBA
ALA 2	あり	標準アラーム閾値：未設定 音声周波数：4100 Hz、> 80 dBA	標準アラーム閾値：未設定 音声周波数：4100 Hz、> 80 dBA	標準アラーム閾値：未設定 音声周波数：4100 Hz、> 80 dBA
ALA 3	あり	標準アラーム閾値：未設定 音声周波数：4100 Hz、> 80 dBA	標準アラーム閾値：未設定 音声周波数：4100 Hz、> 80 dBA	標準アラーム閾値：未設定 音声周波数：4100 Hz、> 80 dBA
ALA 4	あり	標準アラーム閾値：未設定 音声周波数：4100 Hz、> 80 dBA	標準アラーム閾値：未設定 音声周波数：4100 Hz、> 80 dBA	標準アラーム閾値：未設定 音声周波数：4100 Hz、> 80 dBA

表 2：液晶ディスプレイの 5 桁の英数字部分に表示されるアラームレポート

詳しくは追加のソフトウェアのマニュアルをごらんください。

2.2.2 MiniTRACE β CSDF 多機能サーベイメータ

MiniTRACE β の CSDF 型では、以下のそれぞれの単位についてソフトウェアを通してアラーム閾値を 1 つだけ設定可能です。

- アラーム 1：線量率（nSv/h）
- アラーム 2：計数（cps）
- アラーム 3：放射能（Bq）
- アラーム 4：表面汚染（Bq/cm^2）

アラームの ON／OFF はモード切替ボタン（図 10 参照）で操作できます。

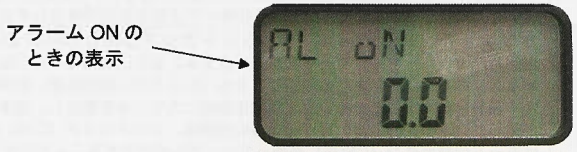


図 2：MiniTRACE β のディスプレイ－アラームが ON のとき

備考：　アラーム設定可能な測定モードを開始すると、アラームの ON／OFF をディスプレイで確認することができます。

2.3 MiniTRACE β B30、C10 および S5 型

MiniTRACE β は、Saphymo GmbH（本社フランクフルト）が開発した電子式汚染メータです。

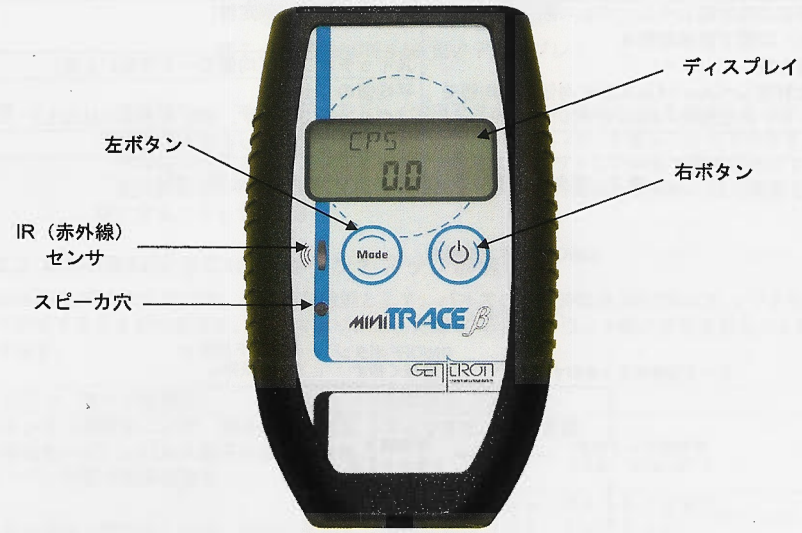


図 3：MiniTRACE β（B30 型）

MiniTRACE β 汚染メータは電池駆動で、電池交換はユーザーが簡単に行うことができます。駆動時間（アルカリ単三乾電池 2 本使用）は最大 2000 時間です（≤ 100 Bq 時）。

MiniTRACE β は放射能レベルの変動に対して素速く反応するように設計されています。それを可能にしているのは、1 秒という測定間隔であり、さらに、統計的な計数率に基づいて 1～2 秒で最終的な値の十分な近似を得ることができる特別な数学アルゴリズムです。

放射能レベルが安定しているときは、測定間隔は自動的に 60 秒に延びます（移動平均）。

数字 6 桁の液晶ディスプレイによる測定値の表示に加え、5 桁の英数字ディスプレイによってアラームレポートやシステムレポートが表示されます。
測定器の操作はとても簡単です。モデルにより、1 つないし 2 つの操作ボタンが用意されています。

2.3.1 MiniTRACE β B30、C10（標準仕様）および S5 型

左ボタン（モード切替え）	右ボタン（ON/OF）
現在の放射能レベル／パルス数（標準モード）の間で表示切替え および 放射能レベル／パルス数平均値（平均値モード）の切替え（B30 モデルにはなし）	スイッチオン（測定器）
	スイッチオフ（平均値モードでないとき）
	平均値のリセット （ボタンを 2 回押す。B30 モデルにはなし）
	赤外線通信（ボタンを押したまま）

表 3：ボタンの使い方（B30 および C10 標準仕様、S5）

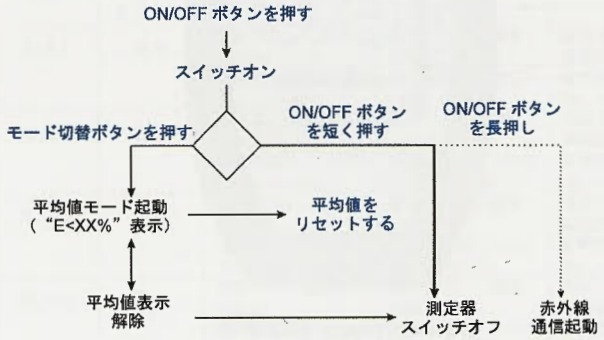


図 4：ボタンの使い方（C10 標準仕様および S5）

図 5：MiniTRACE β B30 型のディスプレイ

図 6：MiniTRACE β C10 型のディスプレイ

図 7：MiniTRACE β S5 型のディスプレイ

備考：　平均値モードでは、ディスプレイの英数字部分に不確かさ 3σ も表示されます。赤外線通信を通してさらに別の不確かさ（1σ または 2σ）を選ぶこともできます。
平均値の計算は、測定器のスイッチを入れてリセットした時点で開始されます。
赤外線通信を利用すれば、測定器のスイッチを 4 時間後に自動的に切る機能を有効にすることもできます。

2.3.2 MiniTRACE β C10 型カウントアップ機能付き

MiniTRACE β C10 型では、追加的な機能として、パルスの加算時間を MiniTRACE ソフトウェアで設定することができます。これにより、たとえば 60 秒間のカウント数の合計を得ることができます。

左ボタン（モード切替え）	右ボタン（ON/OF）
ボタンを 1 回押すことで、現在のパルス数（標準モード）／パルス数平均値（平均値モード）の間で表示切替え	スイッチオン（測定器）
	平均値のリセット（ボタンを 2 回押す）
スイッチを 2 回押すことで、現在のパルス数（標準モード）／パルス数カウントアップモードの間で表示切替え	赤外線通信（ボタンを押したまま）
	標準モードまたはカウントアップモードでスイッチオフ（平均値モードでは無効）

表 4：ボタンの使い方（C10 カウントアップ仕様）

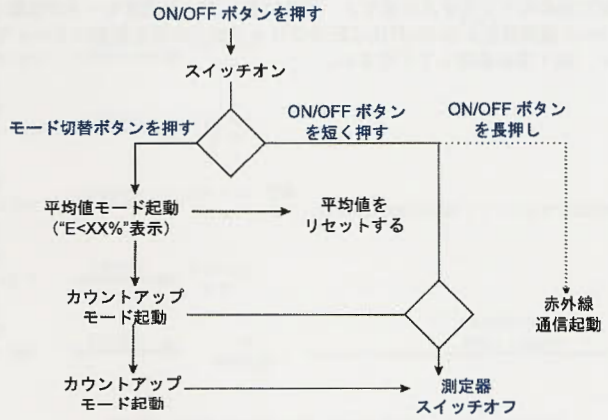


図 8：ボタンの使い方（C10 カウントアップ仕様）

図 9：MiniTRACE β C10 型カウントアップ付き仕様のディスプレイ

2.4 MiniTRACE β CSDF 多機能サーベイメータ

MiniTRACE β CSDF は、Saphymo GmbH（本社フランクフルト）が開発した多機能サーベイメータです。

この測定器で使用できる測定モードは次のとおりです。

- **CPS モード**：計数率。単位は cps。
- **CPS 平均値モード**：計数率の平均値。単位は表示されません。計算された平均値をリセットするときは、モード切替ボタンを押します。
- **線量率モード**：線量率。単位は μSv/h。このモードを使用するときは、カバーを被せる必要があります。カバーには GM 管のエネルギー補償機能があります。
- **線量率平均値モード**：線量率の平均値。単位は μSv/h。計算された平均値をリセットするときは、モード切替ボタンを押します。
- **Bq モード（BQ）**：放射能。単位は Bq。モード切替ボタンによって様々な放射性核種を選択し、正しい校正係数（4π 校正）で測定することができます。
- **Bq/cm² モード（BQCM2）**：表面汚染。単位は Bq/cm²。モード切替ボタンによっていくつかの放射性核種を選択し、正しい校正係数（4π 校正）で測定することができます（表 9 参照）。ISO 7503-1 による校正。
- **カウントアップモード（CNTUP）**：決められた測定サイクルについて計数を加算します。モード切替ボタンによって測定サイクルを設定することができます。デフォルトで用意されているサイクルは次のとおりです。60、120、300、600、1800 および 3600 秒。
- 食品モード：食品の汚染。単位は Bq/L。

備考：　測定器のスイッチを入れ直すと、最後に使っていた測定モードが起動します。
Co-60 線源表面から MiniTRACE のグリッドまでの校正距離は 3 mm です。詳しくは、36.1 項を参照してください。

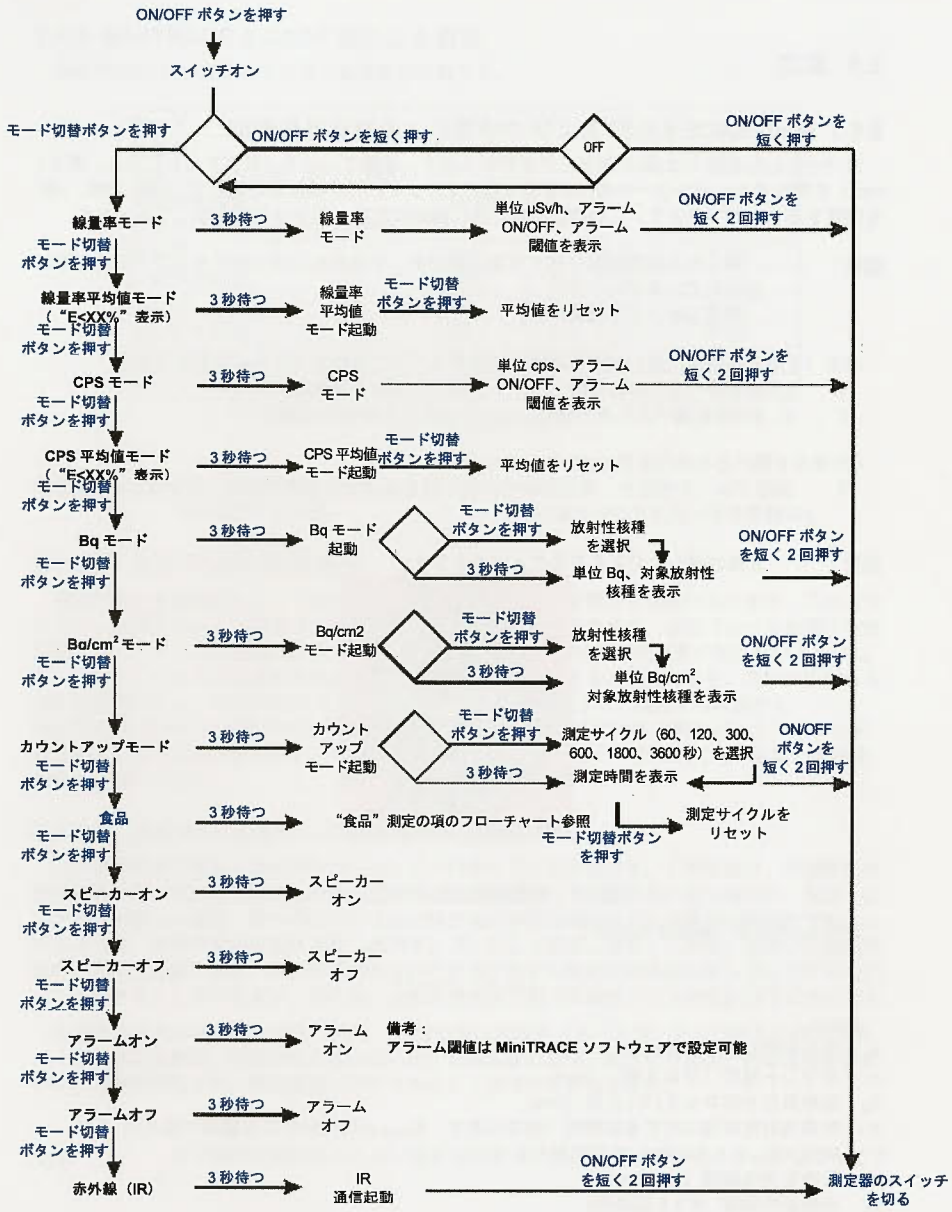


図 10：ボタンの使い方（C10 カウントアップ仕様）

2.5 測定

2.5.1 MiniTRACE β B30 および C10 型による表面汚染測定

カバーをした状態ではγ線の測定だけが行われます。保護プレート（材質アルミニウム、厚さ1 mm）を開けると、パンケーキ型GM管検出器が見えます。この検出窓を通して、α線、β線、γ線を測定することができます。この検出窓は非常に繊細なため、グリッドで保護してあります。

備考： 得られる測定値はすべてグロス値です。すなわち、バックグラウンドの値が差し引かれていません。
校正ジオメトリは 4π です。

汚染（すなわち表面汚染）測定は基本的に次のように二段構えで行う必要があります。

1. γ汚染を調べるための保護プレートを閉じた状態での測定
2. α、β汚染を調べるための保護プレートを開けた状態での測定

α汚染分を調べるために必要な第2のステップ：

3. 保護プレートを開き、検出器の前に紙一枚をかざした状態で測定。測定値1から測定値3の結果を引いたものがα汚染です。

備考： α線は紙一枚でさえぎることができます。

図 11：計数管検出窓の保護プレート

汚染 A_s の計算（単位は Bq/cm²）：

$$A_S = \frac{n - n_B}{\varepsilon_i * W * \varepsilon_S}$$

ただし、

A_s：単位面積当たりの放射能
n：カウント毎秒（グロス値）（cps）
n_B：毎秒当たりのネットパルス数（cps）
ε_I：対象放射性核種に対する応答性（無次元数で、$E_{\beta max} \geq 0.5$ MeV の β 線源では 0.5、0.15 MeV < $E_{\beta max}$ < 0.4 MeV の β 線源では 0.25）
W：計数管有効面積（15.55 cm²）
ε_S：汚染源の効率（4.3.3 項参照）

2.5.2 MiniTRACE β CSDF 型による測定

MiniTRACE β CSDF 型では様々な測定が可能です。

モード	単位	プレート開	プレート閉
線量率 好ましい測定方向（図 20 参照）	µSv/h	-	X
線量率平均値 好ましい測定方向（図 20 参照）	µSv/h	-	X
計数率	cps	X (α, β, γ)	X (γ)
計数率平均値	cps	X (α, β, γ)	X (γ)
放射能	Bq	X (α, β, γ)	X (γ)
放射能平均値	Bq	X (α, β, γ)	X (γ)
表面汚染	Bq/cm²	X (α, β, γ)	X (γ)
カウントアップ	cps	X (α, β, γ)	X (γ)

表 5：測定の概要

備考： ISO 7503-1 による校正。
公式測定には不適。

2.5.2.1 表面汚染の直接測定

表面汚染を直接測定によって測定するには、保護プレートを開ける必要があります。この方法により、非固着性および固着性の表面汚染を測定することができます。保護プレートを開けた検出器をゆっくりと測定表面にかざします。その際、MiniTRACE が測定表面に触れないようにしてください。パルスの音声付き記録機能を有効にしておくことをお奨めします。汚染が疑われる箇所を見つけたら、MiniTRACE をその箇所にかざして確認します。測定する表面から MiniTRACE のグリッドまでの距離は 3 mm が適当です。測定を開始する前にバックグラウンドを確定しておく必要があります。さらに詳しいことは、ISO 7053-1 またはご利用地域の国内規則をご参照ください。

2.5.2.2 拭き取り試験による表面汚染測定

拭き取り試験は表面汚染の測定のために広く行われている方法です。この方法は、非固着性の表面汚染にのみ有効な間接的な測定手法です。外部放射線レベルが非常に高い場合や、表面へのアクセスが難しい場合、ほかの方法では放射線が検出不能な場合などには便利な試験法です。この方法では、表面の放射能を拭き取り試験サンプルとして採取します。これは、乾燥した表面であれ、湿った表面であれ、放射能で汚染された表面に対する簡便で効率的なサンプリング手段として利用することができます。その後、計数装置で拭き取り試験サンプルの放射能を測定します。

表面汚染は Bq/cm²単位で測定します。汚染の値は計数率（ネット値）および校正係数に比例します。校正係数は、特定の放射性核種に対する測定器の効率、拭き取り面積、汚染源効率および除去係数の関数です。除去係数は不明であることが少なくありません。

備考： より詳細な検知をされたい場合は、オプションのカップとホルダーを使用して下さい。

手順：

- 無用な線量を受けないように注意してください。
- ゴム手袋とピンセットを使って汚染から身を守ってください。
- ドイツの場合、平均化面積は 100 cm^2 以下が望ましいとされています。ご利用地域の国内規則をご確認ください。
- サプライ品のフィルタで平均化面積全体を注意深く拭き取ります。
- 詳しい手順は、ISO 7053-1“表面汚染の評価”またはご利用地域の国内規則をご参照ください。

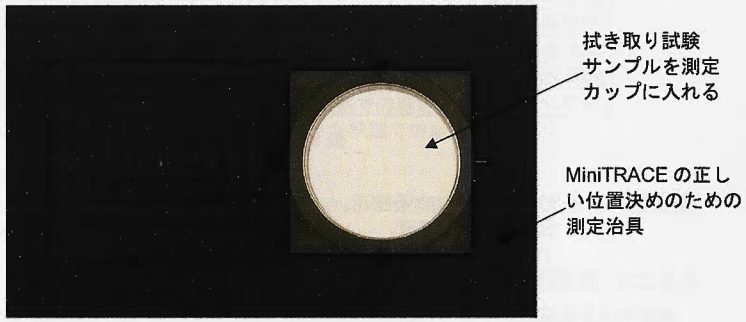


図 12：拭き取り試験用測定治具

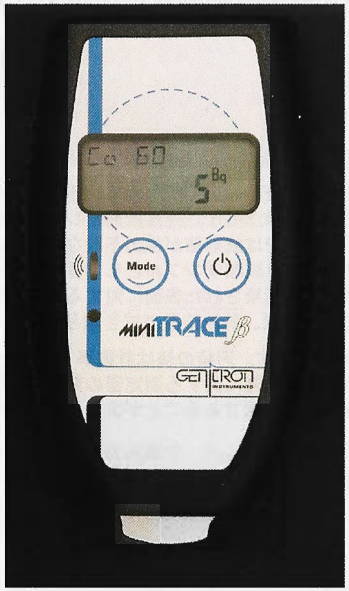


図 13：拭き取り試験の測定

2.5.2.3 食品検査

まず最初に、保護プレートを閉じた状態で、汚染されていない水を使って検定のための測定を行い、バックグラウンド放射線を確定する必要があります。この測定には約 45 分かかります。汚染されていない水を用意できないときは、検定測定は空気を使って行うこともできます。正しい結果を得るには、この 45 分間の検定測定が大切です。

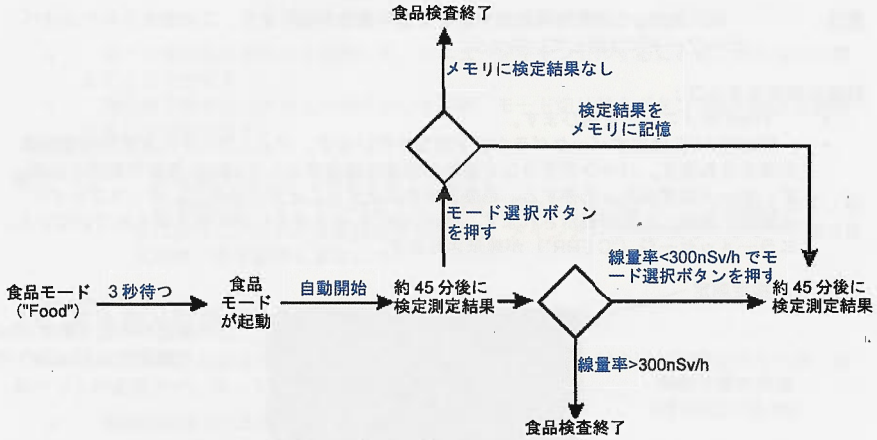


図 14：食品検査のフローチャート

備考： MiniTRACE ソフトウェアを使って検定測定の時間を短縮することができます。ただし、測定時間が短くなれば、不確かさも増すことになりますので、ご注意ください。45 分の測定時間で作業した場合には、その結果には 0.1 µSv/h のバックグラウンドレベルで 30 %の不確かさ（1σ）が含まれます。バックグラウンドレベルが低ければ、結果はより確かなものとなります。高いバックグラウンドレベルのもとで測定を行わなければならない場合には、鉛遮蔽室を利用してバックグラウンド放射線から測定システムを遮蔽する方法があります。バックグラウンドレベルが 0.3 µSv/h を超えると、食品測定は停止され、ディスプレイにエラーメッセージ（“C ERR”）が表示されます。

続いて食品の測定を行います。汚染されていない食品の測定にも 45 分かかります。ディスプレイには常に暫定値が表示されます。600 Bq/L 超の結果については、そのままの数値が表示されます。600 Bq/L 未満または 300 Bq/L 未満の結果については、単に L600 または L300 と表示されます。

水以外のものを測定する場合は、サンプルを調製する必要があります。サンプルは、粉砕したものが測定カップの 1L マークに達するまでの量を用意してください。

備考： 必ず同梱されているカップとホルダーを使用してください。それ以外では、正しい結果が得られません。

水以外のものを測定する場合は、測定結果を Bq/L から Bq/kg に換算する必要があります。水の場合は比重が 1 なので、Bq/L が Bq/kg に相当します。

例：
みじん切りにした食品 1 L の正味重量が 2 kg であるとします。その食品の測定結果が 800 Bq/L であったとすると、

$$Bq/kg = \frac{800 Bq/L}{2kg} = 400 Bq/kg$$

続けて 2 件目の測定を行う場合は、バックグラウンド測定を改めて行う必要はありません。そのため、45 分毎に新たな測定結果が得られます。

備考： 600 Bq/kg の限度は再検討対象となる可能性があります。この測定システムはベビーフードには適していません。

詳細な測定ステップ：

- "Food"のメニューを選びます。
- MiniTRACE はまずバックグラウンド測定を行います。ディスプレイに測定の所要時間が表示されます。バックグラウンド測定の結果は線量率として μSv/h 単位で表示されます。モード切替ボタンを押すと、自動測定を中止することができます。ディスプレイには最後に測定した値が表示されます。MiniTRACE のメモリに何の値も残されていないと、エラーメッセージ（"C ERR"）が表示されます。

図 15：**"Food"メニューの検定測定の表示**

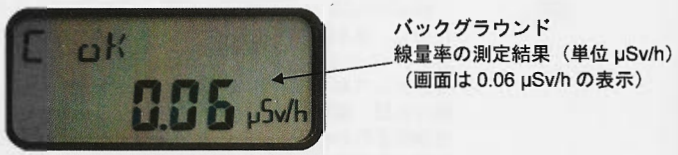


図 16：**"Food"メニューの検定測定における結果表示**

- モード切替ボタンを使ってサンプルの測定を開始します。約 1 分後（"Wait ..." ）に自動的に測定が開始されます。ディスプレイには、測定時間の残り（秒）と、測定可能な限界（たとえば L2500）が表示されます。

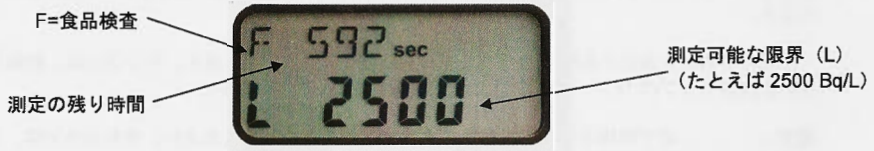


図 17：**"Food"メニュー時の表示**

- 測定終了時にはビープ音が鳴り、ディスプレイには測定した数値と単位が表示されます。

図 18：**"Food"メニューの結果表示**

- モード切り替えボタンを操作して、メニューをキャンセルすることも、メニューに戻ることもできます。
- 測定終了後またはメニューのキャンセル後、モード切り替えボタンで別の測定を開始することができます。

備考： 測定器は Cs-137 で校正されています。
計測器のスイッチを入れ直すと、最後に使っていた測定モードが起動します。最後に使っていたのが食品検査だった場合、メインメニューに戻るにはモード切り替えボタンを 3 回押します。

2.6 拭き取り試験および食品検査のための付属品

MiniTRACE CSDF は拭き取り試験に使用することができます。拭き取り試験を行うには、作業キットが必要です。キットには以下のものが含まれます。

- MiniTRACE β CSDF
- 赤外線（IR）アダプタおよびソフトウェア
- 測定器具（校正、拭き取り試験、食品検査用）
- 食品検査のための計量カップ
- 拭き取り試験用サンプル皿
- 拭き取り試験用材料ボックス
- ピンセット
- ゴム手袋
- ペン
- 試験用線源（MiniTRACE の日常チェック用としても使用できます）

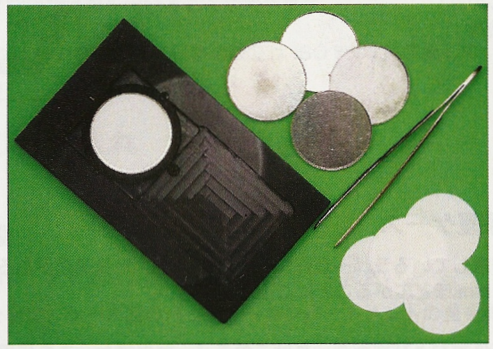


図 19：**拭き取り試験のための付属品**

備考： より詳細な検知をされたい場合は、オプションのカップとホルダーを使用して下さい。
校正時、Co-60 線源はグリッドから正確に 3 mm 離します。

2.7 測定器の構造

下の図は測定器の構造を示したものです。

符号:
1. 検出器（直径：53.4 mm）
2. ケース締結具
3. 回路板
4. 回路板固定具
5. バッテリーコンパートメント
6. ボタン
7. 液晶ディスプレイ
8. 特定用途向け IC（ASIC）
9. 計数管センタリングリング（直径：65.0 mm、CSDF モデルのエネルギーフィルタはここに取り付け）

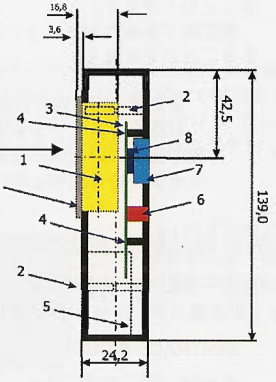


図 20：側面

符号:
1. 検出器（直径：53.4 mm）
2. 液晶ディスプレイ
3. 赤外線送受信機
4. ブザー
5. バッテリーコンパートメント
6. a. ボタン（C10 モデル）（平均値計算）
7. b. ボタン（B30、C10 モデル）（ON/OFF、IR 通信、平均値リセット ― C10 モデルのみ）
8. ケース締結具
9. 回路板

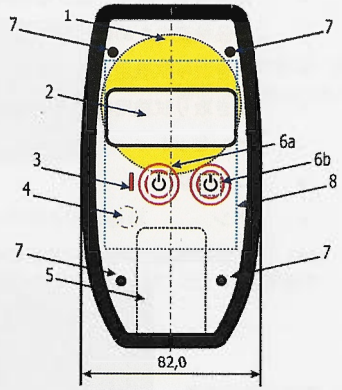


図 21：前面

2.8 ラバー製保護ケース

オプションでご用意しているラバー製保護ケースの場合、足状突起があるため、計数管と測定表面の間の距離は 2 mm ほど広がることにご注意ください。

備考： 校正係数および技術データはこのラバー製保護ケースを使用しない状態についてのみ有効です。

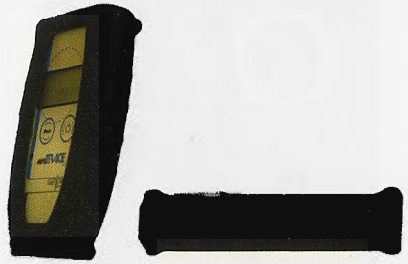


図 22：ラバー製保護ケース

3 Co-60 および Cs-137 による標準校正

工場での測定器の校正には Co-60 面線源を使用しています。線源は DKD による認証を受けており、DIN ISO 8769 に準拠しています。認証およびその他の詳細は付録にあるとおりです。

それぞれの測定器には、Co-60（B30 型）を基準とした固有の校正係数が割り当てられています。校正係数はラバー製保護ケースを使用しない状態でのみ有効です。C10 型では、Co-60 面線源を利用して、毎秒のパルス計数が期待されるレベルにあるかテストしています。

校正時、Co-60 線源はグリッドから正確に 3 mm 離します。ランダムサンプリングを用いて、各バッチにおける Sr-90、Y-90、C-14 に対する感度を計算します。

さらに、MiniTRACE C10 型では Cs-137 による照射も行い、“cpm”（カウント毎分）を“nSv/h”（線量率）に換算するための Cs-137 換算係数がそれぞれの測定器に対して与えられています。ただし、この変換係数の精度が保証されるのは放射性核種 Cs-137 の場合だけです。

MiniTRACE カウントアップ仕様 S5 では、Cs-137 による照射だけを行います。この計数管にはエネルギー補償機能がないため、表示される µSv/h 単位の線量率の精度が保証されるのは Cs-137 の場合のみとなります。

ユーザーは独自に Co-60 校正を行うこともできますが、それには MiniTRACE ユーザーソフトウェアが必要となります（別途用意されるソフトウェアのマニュアル参照）。

MiniTRACE CSDF では、放射能（Bq）モードおよび表面汚染（Bq/cm^2）モードで様々な放射性核種に対して様々な校正係数を用いることができます。

Bq/cm^2 の表示単位に対する内部校正係数の校正は ISO 7503 に準拠しています。

4 保守およびお手入れ

4.1 電池の交換

電池を交換する前に、まず測定器のスイッチを切ってください。

電池を交換するときは、ケース裏のバッテリーコンパートメントの蓋を開けます。

図 23：電池の交換

電池（アルカリ単三電池）を交換します。バッテリーコンパートメント内に正しい電池の入れ方が図示されています。測定器は極性の違いによって損傷することがないように保護されており、もし電池を誤って装着しても壊れることはありません。

4.2 MiniTRACE β のクリーニング（除染）

4.2.1 グリッドの取り外し

グリッドを取り外すときは十分に注意してください。計数管を（ドライバーなどで）損傷することのないように、まず保護プレートを取り付けます。そうしておいて、グリッドを所定位置に留めている 2 つのねじを緩めます。

図 24：グリッドの取り外し（その 1）

ねじを緩めたら、グリッドとプレートを一緒に取り外します。こうすることで、破損の危険も難しい作業もなしにクリーニングを行うことができます。

図 25：グリッドの取り外し（その 2）

グリッドを元通りねじで留めるときも、計数管を保護するためにプレートは取り付けたままで作業してください。

4.2.2 ケースのクリーニング

溶剤は使わずに、湿らせた布でケースをきれいに拭ってください。

4.3 技術仕様および機能

4.3.1 MiniTRACE B30、C10 および S5 型

仕様	モデル B30	モデル C10
表示の単位：	Bq（分解能 1 Bq）	カウント毎秒（cps）
表示および測定範囲：	0～30 kBq（Co-60 を基準に）	0.0～9990.0 cps (平均値モード：0.00～9990.00 cps)
測定限界：	測定時間 5 秒で 13 Bq（Co-60） 10 秒で 9 Bq（Co-60） 60 秒で 4 Bq（Co-60）	
アラーム閾値：	800 Bq、さらに 3 つの閾値（未設定）	4 つ（未設定）
ボタン：	1：（On/Off、IR）、2：（-）	1：（On/Off、IR）、2：（平均値、カウントアップモード）
γ 線感度（Cs-137）：	51.6 Bq / µSv/h	4.3cps / µSv/h
検出器：	パンケーキ型ガイガー＝ミュラー管、最大径：53.6 mm、有効径 44.5 mm、有効計数管面積 15.55 cm²、検出窓：2.0 mg/cm²、HV 領域 500 V	
感度（4π）：	表 9：各種放射性核種に関する MiniTRACE β の 4 π 効率[Bq] 参照	
許容 γ 線バックグラウンド：	最大 ca. 500 µSv/h (Cs-137)	
グリッド：	厚さ 0.8mm のステンレス鋼製、取り外し容易、透過率 80%	
グリッドから検出器表面までの距離：	3.6 mm	
測定間隔：	1～60 秒の間で自動調整	
ディスプレイ：	数字 6 桁の液晶ディスプレイと 5 桁の英数字ディスプレイによってアラーム／状態レポートを表示	
アラーム：	視覚および音声。ビープ音の周波数はアラーム閾値のレベルに応じて増大（4100 Hz、30 cm 離れた位置での音圧 >80 dB）	
パルスの音声付き記録：	ユーザーソフトウェアにより利用可	
基準線源：	DIN ISO 8769 準拠の Co-60（DKD 認証取得）	
ユーザー校正：	赤外線インターフェイスを通して可能	
電池寿命：	2000 時間（≤ 100 Bq 時）	
電源：	電池 2 本（アルカリ単三電池）、極性反転保護付き	
動作温度範囲：	-10°C～+40°C（14°F～104°F）	
重量、寸法：	315 g（電池を含む）、82 mm x 24 mm x 139 mm	
EMI 試験：	IEC 61000-3 準拠、携帯電話による影響なし	
付属品（オプション）：	赤外線通信による追加アラーム閾値のプログラミング用ユーザーソフトウェア、赤外線読取り装置	

表 6：技術データ（B30 および C10）

備考：　校正値および技術データはラバー製保護ケースを使用しない状態でのみ有効です。

仕様	モデル S5
表示の単位：	μSv/h（計数管のエネルギー補償なし）
表示および測定範囲：	0.01～5000 μSv/h（Cs-137 基準）
アラーム閾値：	4 つ（未設定）
ボタン：	1：（On/Off、IR）、2：（平均値）
γ 線感度（Cs-137）	4.3cps / μSv/h
検出器：	パンケーキ型ガイガー＝ミュラー管、最大径：53.6 mm、有効径 44.5 mm、有効計数管面積 15.55 cm²、検出窓：2.0 mg/cm²、HV 領域 500 V
グリッド：	厚さ 0.8mm のステンレス鋼製、取り外し容易、透過率 80%
グリッドから検出器表面までの距離：	3.6 mm
測定間隔：	1～60 秒の間で自動調整
ディスプレイ：	数字 6 桁の液晶ディスプレイと 5 桁の英数字ディスプレイによってアラーム／状態レポートを表示
アラーム：	視覚および音声。ビープ音の周波数はアラーム閾値のレベルに応じて増大（4100 Hz、30 cm 離れた位置での音圧 >80 dB）
パルスの音声付き記録：	ユーザーソフトウェアにより利用可
基準線源：	DIN ISO 8769 準拠の Co-60（DKD 認証取得）
ユーザー校正：	赤外線インターフェイスを通して可能
電池寿命：	2000 時間
電源：	電池 2 本（アルカリ単三電池）、極性反転保護付き
動作温度範囲：	-10°C～+40°C（14°F～104°F）
重量、寸法：	315 g（電池を含む）、82 mm x 24 mm x 139 mm
EMI 試験：	IEC 61000-3 準拠、携帯電話による影響なし
付属品（オプション）：	赤外線通信による追加アラーム閾値のプログラミング用ユーザーソフトウェア、赤外線読取り装置

表 7：技術データ（カウントアップ仕様 S5）

備考：　校正値および技術データはラバー製保護ケースを使用しない状態でのみ有効です。

MiniTRACE S5 特別仕様のディスプレイには線量率の単位表示 μSv/h がありますが、この計数管にはエネルギー補償機能がありません。ご注意ください。

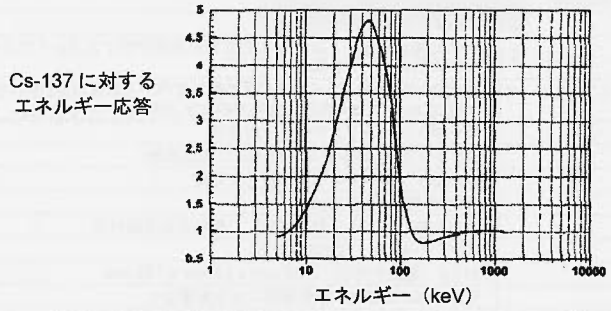


図 26：Cs-137 に対するパンケーキ型ガイガー＝ミュラー管のエネルギー応答

4.3.2 MiniTRACE CSDF 型

仕様	モデル CSDF
表示の単位：	cps、Bq、Bq/cm²
表示および測定範囲：	線量率：0.00 μSv/h～5,000 μSv/h パルス数：0.0～10,000 cps 放射能（放射性核種による）：0～約 100,000 Bq 表面放射能（放射性核種による）：0～約 5,000 Bq/cm² 食品：500～100,000 Bq/L（Cs-137 基準）
γ 線感度（Cs-137）	4.3cps / μSv/h
検出器：	パンケーキ型ガイガー＝ミュラー管、最大径：53.6 mm、有効径 44.5 mm、有効計数管面積 15.55 cm²、検出窓：2.0 mg/cm²、HV 領域 500 V
グリッド：	厚さ 0.8mm のステンレス鋼製、取り外し容易、透過率 80%
グリッドから検出器表面までの距離：	3.6 mm
測定間隔：	1～60 秒の間で自動調整 カウントアップモードでの調整はボタン操作による
ディスプレイ：	数字 6 桁の液晶ディスプレイと 5 桁の英数字ディスプレイによってアラーム／状態レポートを表示
アラーム閾値：	2.2.2 項参照
アラーム：	視覚および音声。ビープ音の周波数はアラーム閾値のレベルに応じて増大（4100 Hz、30 cm 離れた位置での音圧 >80 dB）
パルスの音声付き記録：	ボタン操作により利用可
基準線源：	DIN ISO 8769 準拠の Co-60（DKD 認証取得）
ユーザー校正：	赤外線インターフェイスを通して可能
電池寿命：	2000 時間
電源：	電池 2 本（アルカリ単三電池）、極性反転保護付き
動作温度範囲：	-10°C～+40°C（14°F～104°F）
重量、寸法：	320 g（電池を含む）、82 mm x 24 mm x 139 mm
EMI 試験：	IEC 61000-3 準拠、携帯電話による影響なし
付属品（オプション）：	赤外線通信による設定変更用ユーザーソフトウェア 赤外線読取り装置 食品検査および 拭き取り試験のための付属品

表 8：MiniTRACE CSDF 技術データ

備考：　校正値および技術データはラバー製保護ケースを使用しない状態でのみ有効です。

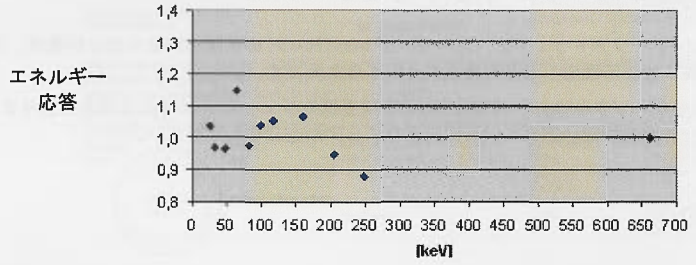


図 27：MiniTRACE β CSDF のエネルギー応答（Cs-137 に対して）

4.3.3 校正係数および効率

放射性核種	プレート閉 [%]	プレート開 [%]	1 cps = x Bq
C-14	0	7.1	14
Cl-36	0	18	5.6
Co-60	0,88	15	6.7
Sr-90	7,7	60	1.7
Cs-137		24.5	4
Am-241	0.015	13	7.7
U-238	1.3	47	2

表 9：各種放射性核種に関する MiniTRACE β の 4 π 効率[Bq]

放射性核種	校正係数 [Bq/cm²/cps]	効率 [cps/ Bq/cm²]
C-14	0.607	1,65
Cl-36	0.105	9.57
Co-60	2.469	0.41
Sr-90+	0.094	10.65
I-131	0.103	9.71
Cs-137	0.090	11.15
Am-241	0.240	4.19
U-238	0.240	4.19

表 10：ISO 7053-1 による MiniTRACE β の校正係数および効率 [Bq/cm²]

備考：　4 π 校正や ISO 7053-1 による校正では、MiniTRACE ソフトウェアを用いてユーザーが個別の放射性核種を設定することができます。その場合の表示名は"USER"になります。
ユーザーは、MiniTRACE ソフトウェアを使用して上に示すすべての校正係数を変更することもできます。デフォルト値は 100%ですが、ユーザーはこれを 0～255 の範囲で設定することができます。変更はすべての放射性核種に対して同じように作用します。詳しくはソフトウェアのマニュアルをごらんください。

5 MiniTRACE ユーザーソフトウェア

MiniTRACE ユーザーソフトウェアは、ユーザーが MiniTRACE の状態の読取りおよび表示、アラーム閾値の設定、校正の実施などを行えるようにするものです。

MiniTRACE ユーザーソフトウェア（"MiniTRACE 用通信モジュール"と呼ばれる場合もあります）のインストール方法や使い方については、別マニュアルをごらんください。

6 付録

6.1 C0-60 放射体についての DKD 認証

DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DKD**

Kalibrierlaboratorium für Messgrößen der Radioaktivität
Calibration laboratory for measurements of radioactivity
Akkreditiert durch die */ accredited by the*
Akkreditierungsstelle des DKD bei der
PHYSIKALISCH-TECHNISCHEN BUNDESANSTALT (PTB)

AEA Technology QSA GmbH
Gieselweg 1
38110 Braunschweig, Germany
Phone +49 5307 932-0, fax +49 5307 932-194
Strahler Nr. MT 935

DKD-K-06501

014068
DKD-K-06501
04-09

Kalibrierschein
Calibration Certificate

Kalibrierzeichen
Calibration label

Gegenstand *Object*	**Beta-Großflächen-Referenzstrahler**
Hersteller *Manufacturer*	**AEA Technology QSA GmbH**
Typ *Type*	**CKRB12284**
Strahler-Nr. *Source number*	**MT 935**
Auftraggeber *Customer*	**GENITRON INSTRUMENTS GMBH 60488 FRANKFURT**
Auftragsnummer *Order No.*	**80571**
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines *Number of pages of the certificate*	**2**
Datum der Kalibrierung *Date of calibration*	**30. August 2004**

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).
Der DKD ist Unterzeichner der multi- lateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.
Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.
This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).
The DKD is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.
The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Akkreditierungsstelle des DKD als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.
This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Accreditation Body of the DKD and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Stempel *Seal*	Datum *Date*	Leiter des Kalibrierlaboratoriums *Head of the calibration laboratory*	Stellvertreter *Deputy*	Bearbeiter *Person in charge*
Deutscher Kalibrierdienst DKD-K-06501	14. September 2004	Dr. Thieme	Schott	Lehmacher / Linke / Schohl / Schott / Schüler

52, Ausgabe 3, 2004-01-02

Seite
Page 2

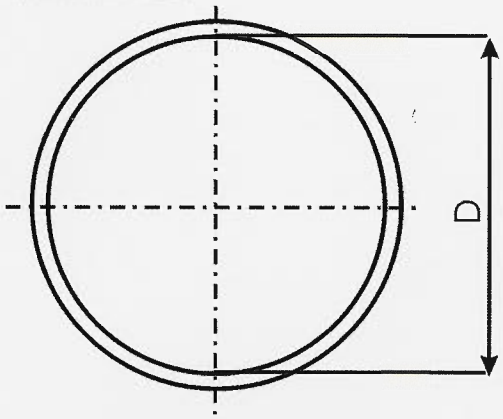
014068
DKD-K-06501
04-09

Beta-Großflächen-Referenzstrahler

Strahler-Nr.	MT 935
Zeichnung	VZ-0497/4
Nuklid	Cobalt-60
Aktivität	832 Bq
Beta-Oberflächen-Emissionsrate	462 s^{-1} in 2 π steradiant
Referenzdatum	30. August 2004 um 12.00 Uhr MESZ
Abmessungen der aktiven Oberfläche	Ø 45 mm
Gesamtabmessungen	Ø 50 mm x 3 mm
Dichtheits- und Kontaminationsprüfung	Die abwischbare Aktivität beträgt weniger als 0,1 % der Gesamtaktivität, jedoch nicht mehr als 200 Bq. (Wischtest nach DIN 25426, Teil 3, Nr. 6.1)
Datum des Wischtests	13. September 2004
Strahleraufbau	Co-60 ist in die Eloxalschicht einer 0,3 mm dicken Aluminiumfolie eingebracht. Die Dicke der aktivierten Schicht beträgt ca. 6 µm. Die Folie ist in eine entsprechende Fassung eingebaut.
Messmethode	Die Aktivität des Strahlers wurde durch Vergleich mit Referenzstrahlern gleichen Aufbaus bestimmt. Die Beta-Oberflächen-Emissionsrate wurde mit einem fensterlosen Großflächen-Proportionalzähler gemessen.
Messunsicherheit	Die relative Messunsicherheit der Aktivität beträgt 5 %, die relative Messunsicherheit der Beta-Oberflächen-Emissionsrate beträgt 3 %. Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor k = 2 ergibt. Sie wurde gemäß DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall.
Radioaktive Verunreinigungen	Zum Referenzdatum wurden radioaktive Verunreinigungen mit den folgenden, auf Co-60 (gleich 100 %) bezogenen Aktivitätsanteilen festgestellt: keine
Qualitätssicherungssystem	Das Qualitätssicherungssystem von AEA Technology QSA GmbH wurde durch Lloyd's Register Quality Assurance (LRQA) nach der ISO 9001 in der Ausgabe von 2000 zertifiziert.
Homogenität	Die Homogenität der Oberflächenemissionsrate ist besser als 10 %.
Bemerkung	Dieser Strahler ist ein der Klasse 2 äquivalenter Referenzstrahler, der alle Anforderungen an die Klasse 2 erfüllt, mit der Ausnahme, daß die aktive Fläche kleiner als 100 cm² ist.

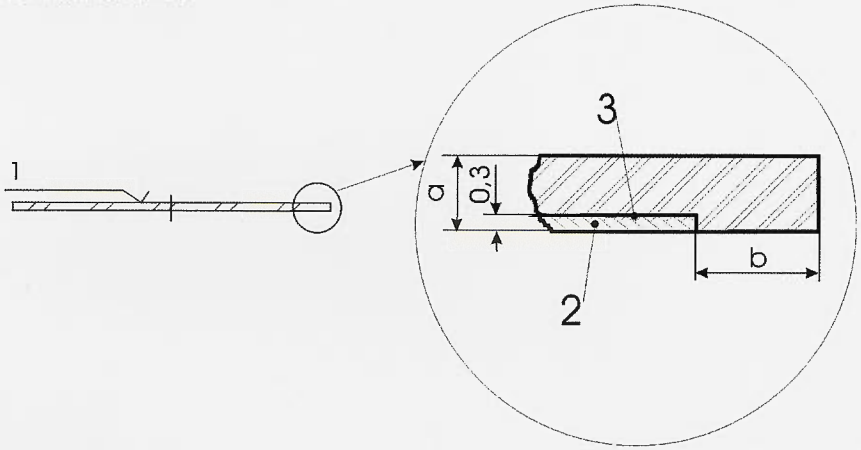
52, Ausgabe 3, 2004-01-02

基準放射体の上面図



D：有効径＝45 mm
外形寸法：Ø 50 mm x 3 mm

基準放射体の断面図



1. 刻印
2. アルマイト箔
   有効被覆厚は約 5 µm
3. エポキシ系接着剤で接合

a. 厚さ：3.0 mm
b. 不感リング部：2.5 mm